

изоморфно замещают ионы  $Al^{3+}$  в октаэдрических позициях структуры берилла. Полосы поглощения 426 нм и 610 нм в спектрах изумрудов обусловлены разрешенными по спину переходами с основного состояния  $^4A_{2g}$  на более высокие энергетические уровни  $^4T_{1g}$  и  $^4T_{2g}$  соответственно [3, 4]. Дополнительно при длинах волн 670 нм и 689 нм наблюдаются слабые узкие полосы поглощения R-переходов в ионах  $Cr^{3+}_{VI}$  [3]. Для колумбийских изумрудов на длине волны 300 нм в УФ области наблюдается общий подъем оптического спектра поглощения.

Узкие полосы поглощения на длине волны 1152, 1410, 1898 нм и широкая полоса в районе 2400...3000 нм связаны с колебаниями молекул воды в каналах структуры берилла [1]. По конфигурации узкой полосы поглощения в районе 1898 нм можно говорить, что во всех изумрудах присутствует преимущественно молекулярная вода II типа, что является критерием в диагностике синтетических и природных изумрудов [5, 6].

По результатам интерпретации оптических спектров поглощения изумрудов был проведен расчет координат цветности по международной колориметрической системе (МКО, 1931). Для колумбийских изумрудов доминирующая длина волны основного цветового тона составила  $\lambda = 500...580$  нм и цветовой тон изменялся в пределах 9,75...44,15 %.

В образцах из месторождения Музо были выявлены трехфазные включения с пилообразными краями и кристаллами кубиков галита, что является типичным включением в изумрудах из данного района.

В ходе проведенных исследований были проанализированы оптические спектры поглощения изумрудов из месторождения Музо и исследована природа их окраски. Природа окраски колумбийских изумрудов связана исключительно с трехвалентным хромом, который изоморфно замещает алюминий в структуре берилла. Результаты исследования линии колебания воды на длине 1898 нм и включений в изумрудах можно использовать для практических геммологических целей для идентификации природных и синтетических ограненных камней и выявлять месторождение, откуда было добыто природное сырье.

#### Литература

1. Бахтин А.И. Породообразующие силикаты: оптические спектры, кристаллохимия, закономерности окраски, типоморфизм. – Казань: Изд. Казанского ун-та, 1985. – 192 с.
2. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. – М.: Изд-во «Книжный дом Университет», 2005. – 592 с.
3. Платонов А.Н., Таран М.Н., Балицкий В.С. Природа окраски самоцветов. – М.: Изд-во Недр, 1984. – 196 с.
4. Свиридов Д.Т., Свиридова Р.К., Смирнов Ю.Ф. Оптические спектры ионов переходных металлов в кристаллах. – М.: Изд-во Наука, 1976. – 266 с.
5. Nassau K. Synthetic emerald: The confusing history and the current technologies // Journal of Crystal Growth. – 1976. – Vol. 35. – №. 2. – P. 211–222.
6. Wood D.L., Nassau K. The characterization of beryl and emerald by visible and infrared absorption spectroscopy // American Mineralogist, 1968. – Vol. 53. – №. 5–6. – P. 777–800.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРИЕНТИРОВОК ЗЕРЕН ОСАДОЧНЫХ ПОРОД С ПОМОЩЬЮ ПАЛЕОМАГНИТНО ОРИЕНТИРОВАННОГО КЕРНА

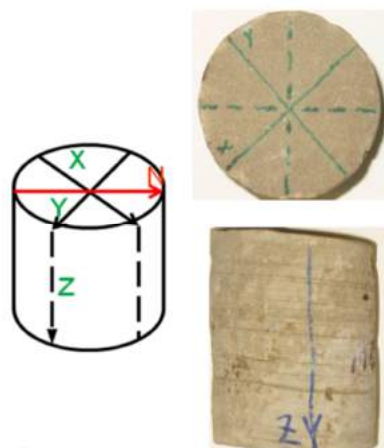
Д.А. Черданцева, М.В. Юркова

Научный руководитель доцент Л.А. Краснощекова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Палеомагнитный метод ориентировки керна основан на явлениях остаточной намагниченности в породах различного генезиса, когда входящие в их состав ферромагнитные минералы в момент кристаллизации магмы или образования осадка приобретают ориентировку магнитного поля Земли. В результате этого явления породы приобретают магнитную ориентировку, соответствующую временному интервалу процесса образования пород. Ориентировка пород может сохраняться до момента нагрева соответствующих минералов до точки Кюри, разной для различных минералов. Например, для магнетита это температура установлена в  $550^\circ$ , для титаномагнетита в  $120^\circ$ , составляя в среднем около  $400^\circ$ . Ориентировка минералов выражается в направлении магнитного склонения на северный магнитный полюс, а наклонение зависит от широты: чем она выше, тем наклонение больше.

Суть данного метода заключается в ориентации исследуемых образцов по сторонам света, используя их остаточную намагниченность. Направление последней зависит от магнитного поля в период образования породы, поэтому связано с географическим положением древнего магнитного полюса Земли. Чаще всего при палеомагнитной ориентировке керна используется первичная намагниченность породы. Для ее определения используется переменное магнитное поле и температуры, способные разрушить накопленную за время своего существования намагниченность образца [4]. В результате определяется разница между древним направлением магнитного полюса и современным, с помощью которой легко выясняется первоначальная ориентировка изучаемого штуфа. Для использования этого метода необходимо знать возраст пород и ориентировку керна относительно оси скважины. В [1] и на рис. 1 приведены приемы и показана схема ориентировки керна.



**Рис. 1. Схема пространственного ориентирования керна палеомагнитным методом: образец керна с произвольной системой координат (X, Y, Z) и расчетной плоскостью магнитного меридиана (по вязкой намагниченности – N)**

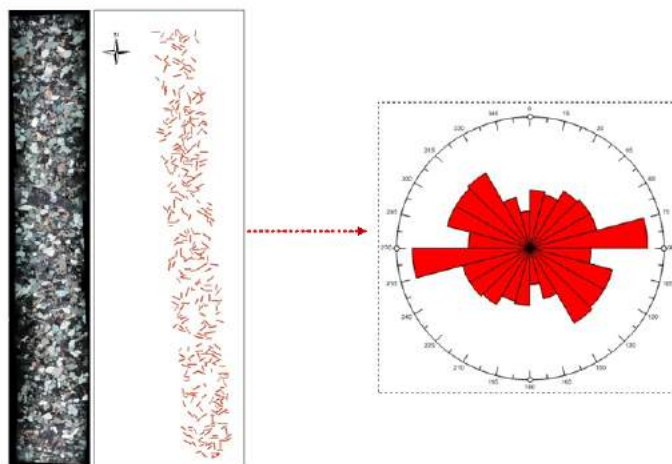
Применение метода палеомагнитной ориентировки образцов позволяет решать актуальные задачи выявления неоднородностей коллекторов и учитывать их влияние при разработке месторождений. В значительной степени на анизотропность строения пластов влияют условия, при которых происходило осадконакопления терригенного материала коллекторов.

Авторами определение фациальных условий образования пород проводилось с помощью панорамных фоторазверток керна, снятых с палеомагнитно ориентированного образца. Фоторазвертка представляет скомпонованные между собой снимки керна через каждые  $20^\circ$ . Результаты интерпретации текстурных характеристик с определением фаций по панорамным (развернутым на  $360^\circ$ ) снимкам керна на примере одного из нефтяных месторождений Томской области приведены в [7].

Дальнейшее изучение ориентированных образцов проводилось в шлифах и заключалось в замерах ориентировок удлиненных зерен кварца, являющегося основным породообразующим компонентом исследуемых коллекторов. Получение ориентированных структур осадкообразования кварца позволило детализировать ранее установленные условия формирования осадочных пород.

Морфологический анализ включал в себя замеры азимутов простирания удлиненных зерен относительно выбранного направления (как правило, на север). Количество измерений, необходимых для получения достоверной картины ориентировки зерен в породе, составило 100...150 зерен в одном шлифе при измерении на федоровском столике.

Альтернативой морфологическому анализу может стать предложенная авторами компьютеризированная методика измерения и подсчета ориентировки зерен, что упрощает работы с большим количеством полученных числовых данных. По микрофотографиям шлифа измерялись ориентировки удлинений зернового материала с последующей обработкой данных в компьютерных программах и построением диаграмм ориентировок (рис. 2).



**Рис. 2. Результат отрисовки предпочтительных направлений ориентировок кварцевых зерен в программе**

Выделение типов диаграмм предпочтительных ориентировок удлиненных зерен кварца с их интерпретацией рассмотрены в работах [2, 3, 5, 6]. Отмечено, что ориентировки с бимодальным распределением, как правило, типичны для прибрежных (внутренних) зон водных бассейнов с волновой деятельностью. Ориентировки с преобладающим продольным развитием максимума обломков и незначительным развитием поперечно ориентированных зерен могут формироваться в условиях движения быстрого водного потока. Ориентировки с полимодальным распределением вытянутых зерен характерны для турбидитов при взмучивании осадков.

Таким образом, изучение шлифов из предварительно ориентированного керна позволяет уточнять фациальные и динамические условия образования пород коллекторов. Подобная детализация среды осадкообразования на микроуровне показывает предпочтительные направления укладки обломочных зерен в скелете породы. Последующее литолого-петрографическое изучение ориентированных шлифов показало, что вдоль установленных предпочтительных направлений ориентировки зерен фиксируется и развитие пустотно-порового пространства. Учитывая выявленные направления, с которыми совпадают повышенные значения проницаемости, можно прогнозировать развитие пластов с определенными фильтрационно-емкостными характеристиками и, соответственно, особенности разработки месторождений.

#### Литература

1. Краснощекова Л.А., Меркулов В.П. Петрофизическая неоднородность нефтеносных коллекторов Игольско-Талового месторождения (Томская область) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2014. – Т. 9. – № 2. – [http://www.ngtp.ru/rub/4/26\\_2014.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/26_2014.pdf).
2. Гроссгейм В.А., Бескровная О.В., Геращенко И.Л. и др. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа). – Л.: Недра, 1984. – 271 с.
3. Меркулов В.П., Краснощекова Л.А. Исследование пространственной литолого-петрофизической неоднородности продуктивных коллекторов месторождений нефти и газа // Известия Томского политехнического университета. – 2002. – Т. 305. – Вып. 6: – С. 296–303.
4. Палеомагнитология / под ред. А.Н. Храмова – Л.: Недра, 1982. – 312 с.
5. Родыгин А.И. Микроструктурный анализ кварца с методическими указаниями и примерами геологической интерпретации. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1994. – 217 с.
6. Седиментология / под ред. Н. Унруг. – М.: Недра, 1980. – 646 с.
7. Юркова М.В., Черданцева Д.А. Применение ориентированного керна при текстурном анализе отложений пластов Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> Казанского нефтегазоконденсатного месторождения (Томская область) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2015. – Т. 1. – С. 152 – 154.

## ХРОМШПИНЕЛИДЫ ХАРЧЕРУЗСКОГО БЛОКА МАССИВА СЫУМКЕУ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

А.Н. Юричев

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Ультрамафитовые реститовые массивы дунит-гарцбургитового состава являются составной частью мафит-ультрамафитовых поясов складчатых областей. В последние несколько десятилетий они привлекают все большее внимание исследователей как с позиции генезиса, учитывая их мантийную природу образования и связь с ранними этапами развития складчатых сооружений, так и с позиции рудоносности – своей промышленной хромитоносностью (подиформный тип), асбестоносностью и включением благороднометаллической минерализации. Однако в настоящее время спорность многих аспектов петрологии реститовых ультрамафитов обусловлена недостаточной изученностью этих интереснейших образований. В частности, слабая проработанность минералогических аспектов данных массивов не дает возможности обобщения этих объектов на минералогическом уровне. Известно, что одним из главных носителей генетической информации является минерал, а не только порода. В связи с этим, изучив в достаточной степени минералогию объекта, можно восстановить историю его образования и преобразования.

В статье рассматриваются особенности вещественного состава хромшпинелидов из ультрамафитов Харчерузского блока массива Сыумкеу (Полярный Урал) с целью моделирования эволюции их структурно-вещественных преобразований.

Харчерузский блок массива Сыумкеу является южным фрагментом Хадатинского офиолитового пояса, который замыкает на севере офиолитовые комплексы Полярного Урала [5]. Согласно геолого-геофизическим данным, полученным при проведении групповой геологической съемки масштаба 1:50000, он представлен самостоятельным телом и отделен от более крупного ультрамафитового массива Сыумкеу метаморфизованными габбро и амфиболитами. Вероятно, является эрозийно-тектоническим клином от данного массива.

Морфологически Харчерузский блок представляет собой клинообразное тело субширотного простирания, которое выклинивается на восток (протяженность ~18 км при максимальной ширине в западной части ~7 км). Он сложен, главным образом, дунитами, среди которых очень редко встречаются гарцбургиты. Отмечаются также мелкие тела габброидов, обычно интенсивно метасоматически измененных. В экзоконтактовых зонах габброидов устанавливаются верлиты и клинопироксениты, которые, очевидно, являются высокотемпературными реакционно-метасоматическими образованиями.

Дуниты имеют средне-, крупнозернистое строение и нередко обладают «свежим» неизменным обликом со светло-желтой корочкой выветривания. Черные зерна хромшпинелидов отчетливо выделяются на